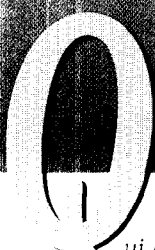


Véronique HUSKA-CHIROUSSEL
 INRETS-LESCOT
 25, avenue François Mitterrand
 69675 Bron
 huska@inrets.fr

Madalena NUNES MAGALHÃES
 Faculdade de Motricidade Humana
 Lisbonne (Portugal)

Comparaison entre les informations visuelles données par deux types de système de guidage



Qui de nous ne s'est jamais retrouvé dans la situation d'arriver en automobile dans une ville inconnue et de chercher une adresse ? La solution la plus rapide est parfois de demander à un passant Pardon, Monsieur, pouvez-vous m'indiquer où se trouve la rue Dédale ? Mais l'efficacité de cette solution dépend grandement des caractéristiques du passant. Entre l'étranger, qui ne connaît pas, et le passant idéal qui est né dans la ville, la palette est très large. De fait, les indications ainsi obtenues sont plus ou moins adaptées. Il y a celles, notamment, qui sont très compliquées ou encore celles qui ne tiennent pas compte des sens interdits.

En dernier recours, l'automobiliste préférera se procurer un plan papier. Une fois l'objet en possession, il devra le déplier pour pouvoir le lire — manœuvre parfois difficile quand le plan atteint presque le mètre carré — puis, lorsqu'il se résoudra à mettre en œuvre ses propres capacités de rotation menta-

le, il s'apercevra que la rue Dédale est la première rue qu'il a croisée en arrivant dans la ville.

Cette situation de la vie quotidienne nous rappelle ici combien les informations liées à l'orientation spatiale des voyageurs sont importantes. Au volant de sa voiture, l'automobiliste peut suivre désormais les indications d'un système de guidage, tel CARMINAT développé par Renault ⁽¹⁾. Mais il existe à ce jour bien d'autres systèmes d'aide à la navigation et de guidage, qui revêtent différentes formes de présentation et fournissent des informations de différentes natures. Cette variété s'explique par le fait qu'aucune solution ne semble encore complètement satisfaisante, sans doute parce que fournir les informations les plus judicieuses reste un problème complexe, en raison des contraintes de la situation de conduite. On ne peut éviter de répondre aux questions suivantes : Quels sont les éléments de l'environnement à mentionner ? Quelle est leur utilisation ? Quand

faut-il les introduire ? Comment faut-il les exprimer ? etc.

Notre étude vise à améliorer l'information de guidage en se référant à l'organisation des représentations cognitives spatiales. Il ressort des différentes études qui s'intéressent à la mémoire spatiale, que le point de repère représente le cadre de référence minimal pour guider un individu dans un environnement inconnu.

La photographie d'un lieu met en contexte les repères saillants et les repères secondaires. Aussi avons-nous pensé, qu'associée à une indication de direction (flèche), cette information figurative devrait per-

(1) CARMINAT est un projet ambitieux qui comprend deux volets : le guidage de l'automobiliste par système de navigation GPS (Global Positioning System) et l'Info Trafic, c'est-à-dire la réception, en temps réel, d'informations sur l'état de la route et de la circulation. La lecture sur écran couleur à haute résolution est aisée.

mettre l'anticipation visuelle et donc faciliter la reconnaissance des intersections de rues.

Nous décrirons tout d'abord succinctement les grands principes conceptuels cognitifs de l'orientation spatiale, qui sont à la base de l'élaboration du protocole expérimental. Puis nous montrerons comment nous avons comparé un

système de guidage avec des photographies et des flèches (système figuratif) à un système contenant uniquement des flèches (système symbolique) (2).

(2) C'est par commodité de langage que nous appelons figuratif le premier système et symbolique le second, car le second contient lui aussi des éléments figuratifs.

relle de l'individu. Elle fait prioritairement référence à une séquence de décisions associées aux fonctions sensorimotrices entraînant l'action, exprimée suivant la position du corps. Ainsi, cette représentation est dite égocentrée, car l'environnement représenté est dans l'axe de l'individu.

Bien que le point de vue soit différent, les représentations de type survol et de type route manipulent les mêmes objets, à savoir les *points de repère*.

Un repère, habituellement défini comme un référent physique extrait de l'environnement urbain et/ou naturel, est donc principalement visuel, mais peut être temporel.

Le point de repère est un élément crucial qui structure les représentations spatiales, en tant que point de référence remarqué et retenu en mémoire [Gärling et Evans, 1991]. Des études, comme celles de Taylor et Tversky [1992], ont en effet démontré que les points de repère sont facilement mémorisés, rappelés et restitués : les sujets qui ont appris une carte rappellent 94,6 % des repères présents et effectuent des descriptions suffisamment précises.

Tous les éléments environnementaux ne peuvent être dotés d'une fonction de repère. C'est pourquoi ils sont hiérarchisés selon les propriétés intrinsèques de l'objet, l'importance en termes de relations spatiales et/ou de la signification qu'ils ont pour un individu [Gryl, 1995].

Un point de repère saillant dans une zone, est appelé *point d'ancrage* [Passini, 1984], [Couclelis et al., 1987] et se situe au niveau supérieur de la hiérarchie. On trouve en dessous le point de repère secondaire. Les points d'ancrage sont liés au processus de prise de décision, alors que les points de repère secondaires s'inscrivent dans un processus plus automatique

Nature et fonction des représentations spatiales

Lorsque l'environnement est totalement inconnu de l'automobiliste, ce dernier ne peut pas en construire une représentation spatiale générale, ce qui entrave toute planification d'actions. L'automobiliste a besoin d'informations extérieures pour élaborer l'itinéraire qui va le mener vers sa destination. Les systèmes de guidage ne se limitent pas à transmettre des informations, ils les traitent en séquences ordonnées jusqu'au but final.

Pour être fonctionnels, ces systèmes doivent disposer certes de bases de données cartographiques, mais aussi de capacités de localisation et de capacités de communication homme-machine. De plus, pour être adéquates, ces différentes capacités doivent retranscrire les représentations et le traitement des informations spatiales du système cognitif humain. Ainsi, les modèles de la connaissance humaine sur les environnements spatiaux s'inspirent de la dichotomie reconnue au niveau des représentations spatiales entre la représentation

de *survol* et celle appelée *route*. C'est le cas du modèle TOUR de Kuipers [1978] et du modèle PLAN de Chown, Kaplan et Kortenkamp [1995].

La représentation de type survol, encore appelée *carte cognitive*, est spécialement adaptée au jugement des distances en ligne droite entre les points cruciaux du territoire qui sont encodés [Tolman, 1948], [Siegel et White, 1975], [Vignaux, 1988], [Thinus-Blanc, 1996]...

La carte cognitive respecte la configuration générale ou le schéma de la disposition des objets environnementaux. Grâce à la carte cognitive, l'individu dispose d'une vue globale et en survol de son environnement. C'est elle qui lui permet notamment de définir son point de départ et son point d'arrivée.

De façon radicalement différente, la représentation de type route dépend essentiellement de la position corpo-

de confirmation d'itinéraire. Leur rôle n'est toutefois pas négligeable, car ils permettent de ponctuer l'itinéraire, créant ainsi des segments de route. L'itinéraire se définira alors comme une succession de segments, finalisés par des repères plus ou moins caractéristiques.

Compte tenu de l'importance des points de repère, il paraît nécessaire que les informations de guidage données aux conducteurs contiennent des indications qui leur sont liées, tout en étant associées aux indications de direction.

Dans le cadre de cette recherche, la situation de conduite sera examinée, non pas comme un objet d'étude, mais comme une condition de l'objet d'étude. En effet, priorité est donnée à l'activité d'orientation et aux besoins informationnels liés à cette activité. Cependant, il est évident que le mode de présentation de l'information est tributaire du contexte de déplacement. Car le déplacement véhiculé se différencie du déplacement piétonnier en partie par le volume des contraintes, en raison du fait que le conducteur doit, avant toutes choses, contrôler son véhicule et assurer sa sécurité et celles des autres.

Les systèmes d'aide à la navigation doivent prendre en charge le traitement de l'information spatiale et assurer une communication suffisamment bonne avec le conducteur. Actuellement, leurs capacités de communication et de guidage en temps réel sont encore très réduites. C'est pourquoi ils font l'objet de nombreuses études.

Certaines d'entre elles s'intéressent préférentiellement à la représentation visuelle de l'information spatiale (schéma, carte, vignette avec flèche) et réfléchissent à la meilleure manière de présenter les points de repère [Pauzié et al., 1997], [Huska-Chiroussel, 2000]. Elles se limitent donc à l'observation d'un aspect spécifique de l'activité.

D'autres recherches analysent les descriptions d'itinéraires [Gryl, 1995], pendant l'exécution d'un trajet [Denis et Briffault, 2000], afin de fournir des spécifications pour de futurs systèmes. Pour ce faire, le dialogue entre un pilote et un copilote est analysé, dans le but de relever des indications sur la planifica-

tion temporelle des descriptions, sur le contenu informationnel (les repères, anticipation des erreurs possibles...) et sur les modalités de communication (verbale, gestuelle ou graphique) ([Denis et Briffault, 2000]. Ces études correspondent donc à une analyse globale de l'activité.

Expérimentation

Introduction de l'image dans les systèmes d'aide à l'orientation

L'expérimentation que nous avons menée, et que nous allons présenter, vise à comparer les effets de deux types d'informations spatiales. Ces informations sont transmises à des individus **en situation réelle** de déplacement sur un trajet inconnu.

Par cette étude, nous voulions principalement vérifier la pertinence et l'efficacité de la photographie dans l'aide au déplacement. Cette photographie met en évidence les repères des carrefours, lieu des prises de décision. Un point de repère contextualisé et une indication de direction associée constituent l'information structurelle de base. Ces deux composants, le repère et la direction, sont proposés sous une forme analogique par rapport à la scène réelle.

À notre connaissance, cette combinaison d'informations n'a pas été testée jusqu'alors.

Nous supposons :

- d'une part que le système figuratif (photo associée à la flèche) ne sollicite pas plus de ressources visuelles que le système symbolique ;
- d'autre part que la photographie d'un point de repère dans son contexte favorise l'imprégnation environnementale de l'itinéraire et que, par conséquent, un parcours effectué avec un système figuratif sera mieux mémorisé qu'avec un système symbolique, puisque, la mise en valeur des points de repère étant une aide au guidage, elle est à plus forte raison une aide à la mémorisation d'un trajet.

Si ces hypothèses sont vérifiées, nous pourrions en conclure que l'information de type figuratif est plus performante que l'information par flèche simple.

Pour cette expérimentation, en situation de conduite, l'information est traduite sous une forme figurative présentée sur un écran, avec des photographies des carrefours où s'effectue un changement de direction.

Pour comparer le système figuratif au système symbolique, on observe les regards entre la scène routière et le système de guidage (durées, nombres), les erreurs commises lors d'un premier trajet avec système et d'un second trajet sans système.

Le trajet expérimental

Le parcours expérimental traverse une commune de la banlieue Est de Lyon, fortement résidentielle et à niveau de trafic stable et peu saturé.

Le parcours fait alterner des carrefours présentant des points d'ancrage et des carrefours secondaires. Une autre classification consiste en trois catégories principales : les carrefours simples, les carrefours à feu et les carrefours giratoires.

Les carrefours simples se caractérisent par une configuration du carrefour très lisible et sans équivoque : il s'agit, soit d'une intersection classique avec deux voies qui se croisent, soit d'une intersection en forme de T. La simplicité environnementale s'inscrit dans une alternative directionnelle (à droite ou à gauche), ce qui facilite le traitement cognitif en termes spatiaux.

Les carrefours à feu ne sont rien d'autre que des carrefours simples où la présence d'un feu tricolore modifie aléatoirement les temps d'affichage de l'information ⁽³⁾.

Les carrefours giratoires sont de complexité variable selon la trajectoire à suivre. Cette complexité est prise en compte dans les temps d'affichage de l'information.

Le temps d'affichage de l'information correspondant à un carrefour dépend de la complexité de celui-ci : ainsi l'affichage est volontairement plus long pour les carrefours 19 (voir figure 4) et 20 (voir photos 1), carre-

fours giratoires plutôt complexes. Ce temps d'affichage est par contre le même, quel que soit le système de guidage, figuratif ou symbolique.

Le parcours dure une trentaine de minutes et comporte vingt-deux changements de direction effectués par les sujets ; ceux-ci vont traverser d'autres carrefours avec pour consigne d'aller tout droit. Nous les avons appelés carrefours intermédiaires. C'est un itinéraire type, avec des difficultés comparables à celles que les automobilistes peuvent rencontrer lorsqu'ils recherchent une destination.

Les sujets

La recherche est réalisée sur un échantillon de trente-deux sujets volontaires, masculins, âgés de vingt-cinq à cinquante-cinq ans. Les sujets possèdent le permis de conduire depuis plus de cinq ans et effectuent au minimum cinq mille kilomètres par an. Aucun d'entre eux ne connaît le site où se déroule l'expérience.

Les sujets sont répartis en deux groupes, les uns testant le système de guidage figuratif, les autres le système de guidage symbolique, ceci sur le même parcours.

Le test *Épreuve de créativité de Meunier* ⁽⁴⁾ permet d'évaluer leur capacité d'imagerie. On distingue environ seize sujets à forte capacité et le reste à capacité faible. Les sujets seront répartis équitablement entre les deux groupes, pour éviter de biaiser la comparaison (groupes de niveaux comparables).

Les observations

Le véhicule instrumenté est une Citroën ZX de série, équipée d'un système simulé de guidage embarqué.

L'instrumentation permet de mesurer le nombre et les durées de regard.

Les regards sont enregistrés essentiellement au niveau des carrefours de l'itinéraire. Il s'agit de relever le *comportement visuel* des conducteurs vis-à-vis de l'écran du système de guidage durant l'intervalle d'affichage de l'information. On mesure pour cela :

- la durée totale des regards cumulés (par sujet et par carrefour) en secondes ;
- le nombre de regards, soit le nombre de fois où le conducteur a regardé l'information durant la période d'affichage de celle-ci ;
- la durée moyenne d'un regard (par sujet et par carrefour) en secondes.

Chaque sujet, accompagné par un expérimentateur, réalise deux trajets :

- un premier trajet, exclusivement en fonction des indications du système de guidage ;
- un second trajet sur le même parcours, cette fois sans système ; l'expérimentateur note le nombre d'erreurs effectuées par le conducteur ; il intervient pour corriger une erreur après l'autre, mais seulement après la manœuvre du conducteur.

La dernière étape consiste pour les sujets à remplir un questionnaire et à réaliser un exercice écrit qui rappelle l'itinéraire. Les sujets sont invités à décrire le trajet tel qu'ils l'ont réalisé, de manière à ce qu'un interlocuteur non familier des lieux puisse le réaliser à son tour.

(3) Afin de garantir que chaque sujet bénéficiera du même temps de présentation de l'information, des repères physiques de l'infrastructure routière déterminent précisément l'apparition et l'extinction de l'image, respectivement avant et après chaque carrefour.

(4) L'épreuve de créativité de Meunier vise à explorer la capacité d'évocation d'images à partir d'images concrètes qui ne possèdent pas de signification objective. Ce test permet une évaluation approximative de la capacité à imaginer.

Résultats

Nous allons à présent analyser les mesures pour tenter de mettre en évidence des différences dans le comportement visuel des conducteurs, selon qu'ils sont guidés par l'un ou l'autre des systèmes.

Comportement visuel sur l'ensemble du trajet

Les durées cumulées des regards, ainsi que le nombre de regards vers l'écran ont été comparés⁽⁵⁾ entre les deux systèmes (tableau 1).

Nous constatons que le système figuratif sollicite en moyenne 14 % du temps de regard du conducteur, tandis que le système symbolique ne le sollicite que 8 % en moyenne. Les sujets testant le système figuratif regardent près de deux fois plus les informations présentées sur l'écran que les sujets testant le système symbolique.

Le test de Student ($t = -4,16$; $p < 0,0009$) révèle que cette différence de durée de regard entre utilisateurs du système figuratif et utilisateurs du système symbolique est significative. Nous en concluons que le système figuratif (flèches plus photographies) est plus demandeur en ressources visuelles que le système symbolique.

Comportement visuel selon la typologie des carrefours

Ainsi que nous l'avons détaillé précédemment, notre itinéraire comportait trois types d'intersections. Il nous a paru intéressant de chercher à savoir si le type du carrefour avait une influence sur le comportement visuel (effet environnemental). Pour cela, nous avons comparé les trois variables mesurées (durée totale de regards, nombre de regards et durée moyenne d'un regard), moyennées pour chaque groupe d'intersections, en distinguant les conducteurs testant l'un ou l'autre système (figure 1).

Les carrefours simples

Parmi l'ensemble des carrefours, c'est le franchissement des carrefours simples (cinq carrefours) qui génère les durées et les fréquences moyennes de regards les plus courtes pour l'ensemble des sujets.

Les sujets testant le système symbolique ont là encore des durées totales de regards significativement plus courtes que les sujets testant le système figuratif. La durée moyenne d'un regard discrimine également les systèmes (figure 1).

À l'inverse, la variable mesurée nombre de regards ne différencie pas les systèmes, puisqu'un sujet, quel qu'il soit, regarde l'information sur écran deux fois au niveau de chaque intersection simple (figure 1). En d'autres termes, sur une intersection simple, la stratégie visuelle est rapidement efficace, puisque les conducteurs prélèvent l'information en une seule itération de regards, d'une durée brève, moins d'une seconde.

Les carrefours giratoires

Les ronds-points, et les actions que le conducteur doit mettre en œuvre pour les franchir, génèrent des durées de regard significativement différentes entre les deux systèmes, aussi bien en termes de durée totale, de durée moyenne d'un regard, que de nombre des regards (figure 1). Le système figuratif sollicite plus de ressources visuelles que le système symbolique.

Précisons cependant que les écarts entre les moyennes de durée de regard entre les systèmes sont principalement dus aux deux carrefours 21 et 22 (photos 1).

Une analyse détaillée montre que les systèmes se distinguent rigoureusement pour les carrefours 21 et 22. Ainsi, au niveau du carrefour 21, la durée totale, la fréquence et la durée moyenne d'un regard sont-elles plus élevées avec le système figuratif. Au niveau du carrefour 22, c'est le cas pour la durée totale et le nombre moyen de regards.

TABEAU 1

Comparaison entre des durées moyennes de regards (en s) cumulées sur l'ensemble du trajet

Système de guidage		Total	
symbolique	figuratif		
49,81	21,92	87,76	30,79
68,79	32,61		

Durée moyenne du regard

Écart type

(5) Les durées de regard sont observées grâce à un équipement mixte conjuguant la vidéo et le logiciel KRONOS (analyse temporelle des événements). Les temps des regards sont calculés sur EXCEL à partir du time code extrait de la vidéo ; la référence est la durée d'une image, soit 0,04 seconde.

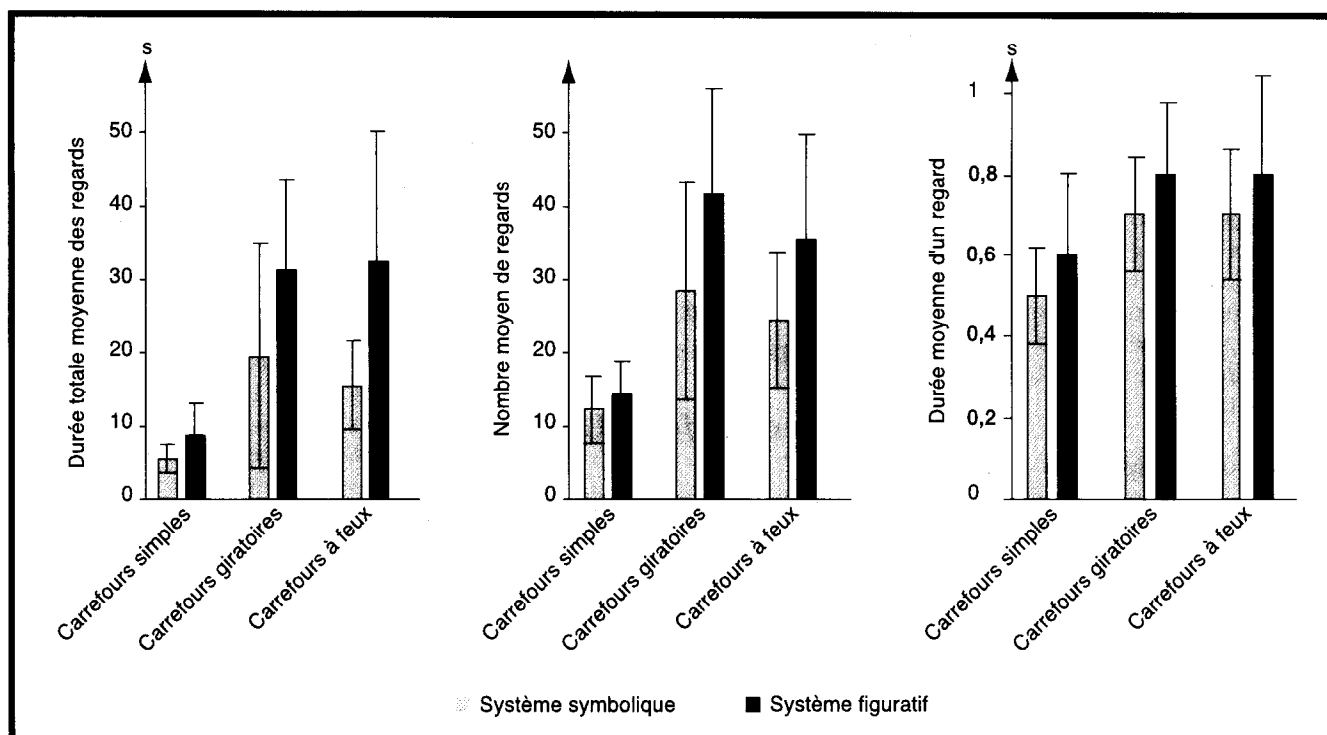


FIGURE 1

Comparaison entre le système figuratif et le système symbolique des moyennes et écarts types des durées de regard total, des durées d'un seul regard et du nombre des regards, selon la catégorie de carrefours

Les carrefours à feu tricolore

Les comportements visuels entre les sujets testant l'un ou l'autre des deux systèmes sont significativement différents du point de vue de la durée totale, du nombre et de la durée moyenne de regard (figure 1).

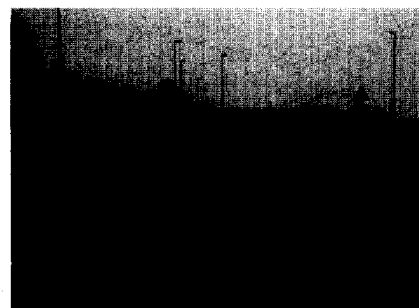
Chez les sujets testant le système figuratif, les regards orientés vers l'écran sont extrêmement longs, avec néanmoins un taux de variabilité de 55 %.

On constate que, pour l'un ou l'autre des systèmes de guidage, la durée moyenne d'un regard pour apprécier un carrefour à feu est équivalente à celle que l'on observe pour les carrefours avec sens giratoire.

CARREFOUR 20



CARREFOUR 22



CARREFOUR 21



PHOTOS 1

Présentation de quelques carrefours giratoires

Les erreurs pour le premier trajet

Si nous considérons le nombre d'erreurs comme un indicateur du niveau de compréhension du message, alors les deux systèmes sont aussi performants dans leur fonction d'assistance au guidage. Le nombre moyen d'erreurs par sujet, tous systèmes confondus, est inférieur à deux (tableau 2).

Si l'on représente à présent le nombre d'erreurs commises, carrefour par carrefour (figure 2), on identifie deux carrefours comme zones conflictuelles en raison d'un nombre élevé d'erreurs commises par les sujets de l'un et l'autre groupe. Tous groupes confondus, la majorité des sujets s'est trompée au carrefour 15, tandis que, dans le carrefour 19, la

moitié des sujets testant le système figuratif et presque autant de sujets testant le système symbolique ont pris la mauvaise sortie dans le rond-point. Enfin quatre sujets ont commis une erreur au carrefour 20 (photos 1).

Deux carrefours particulièrement complexes

Le carrefour 15

Dans ce carrefour, la route est cachée par un mur (voir figure 3). Tous groupes confondus, la majorité des sujets s'est trompée, soit en tournant à gauche prématurément, soit en allant tout droit

Pour ce carrefour, aucune des représentations graphiques des deux

systèmes de guidage ne s'est avérée pleinement satisfaisante, en tant qu'aide à la décision.

Pour le carrefour 15, l'origine de l'erreur est de nature, certes, environnementale, mais également humaine. Bien que la configuration du carrefour soit simple, un détail a piégé les conducteurs. Les sujets devaient tourner à gauche *après* un mur. Or, la plupart des sujets ont tourné à gauche *avant* le mur. La réponse est de nature pavlovienne. Le stimulus *tourner à gauche*, symbolisé par une flèche, a provoqué une réponse comportementale immédiate, conséquence de l'absence de contrôle de l'environnement du fait d'un intervalle de temps très court entre l'apparition de l'information et la première intersection.

Nous avons supposé que les sujets guidés par le système figuratif seraient plus performants précisément dans ce carrefour, où la photographie mettait en évidence la présence du mur précédant la route à prendre. La prise de vue était censée aider les conducteurs à anticiper le virage en équerre. Or, pour la plupart, les sujets n'ont pu bien profiter de la qualité de l'image en raison de la réflexion du soleil sur l'écran. En conséquence, ils ont eu beaucoup de difficulté à reconnaître la situation et certains d'entre eux sont allés tout droit au lieu de tourner à gauche.

TABEAU 2

Comparaison des systèmes, moyenne et écart type des erreurs du premier trajet

Système de guidage				Total	
symbolique		figuratif			
1,2	0,7	1,6	0,9	1,4	0,8
Moyenne du nombre d'erreurs commises				Écart type	

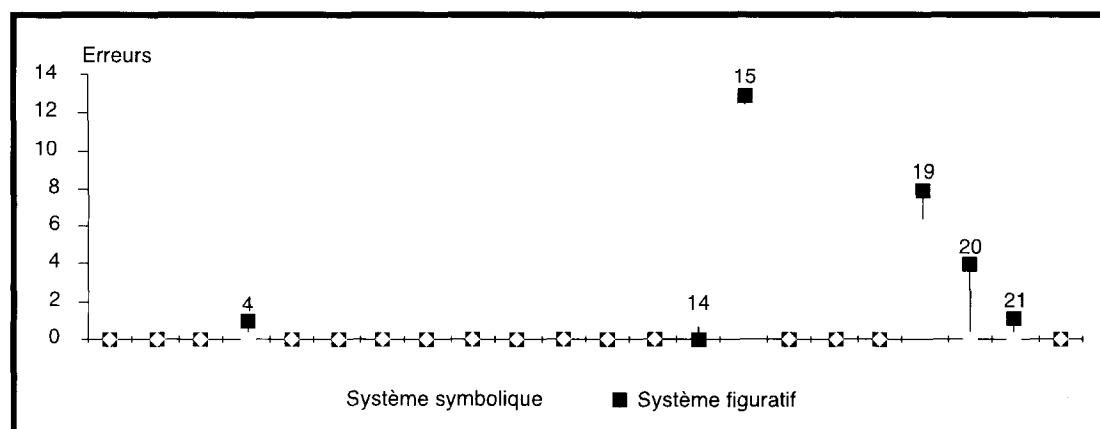


FIGURE 2

Comparaison pour les systèmes figuratif et symbolique du nombre moyen d'erreurs commises aux carrefours lors du premier trajet

Les numéros correspondent aux carrefours par ordre chronologique de passage.

Le carrefour 19

Ce carrefour se présente comme un rond-point particulièrement complexe (voir figure 4). La difficulté est liée à sa configuration particulière, à laquelle s'ajoute l'ambiguïté de l'action à accomplir.

Aucun des deux systèmes de guidage n'a pu guider les conducteurs dans la voie souhaitée. La flèche qui indique la trajectoire à suivre a la forme d'un U renversé, qui signifie un retour pour certains sujets, autrement dit qu'il leur faut repartir par où ils sont venus. La moitié des sujets testant le système figuratif et presque autant de sujets testant le système symbolique ont de ce fait pris la mauvaise sortie dans le rond-point.

Il a été constaté lors d'études précédentes (citées dans [Pauzié et Vernet, 1996]) que les conducteurs mémorisent le message complexe concernant un rond-point, avant d'aborder le carrefour. Cette stratégie leur évite d'avoir à regarder l'écran pendant la manœuvre, ce qui les empêcherait d'être pleinement opérationnels. La consultation d'une information dans un sens giratoire ne peut être qu'une lecture de confirmation.

L'information permet aux conducteurs de se créer une représentation du carrefour. En tant qu'automobilistes confirmés, ils ont tous une représentation générique d'un sens giratoire, qu'ils vont comparer à la représentation graphique proposée par le système de guidage. Deux types de situations sont envisageables.

S'il y a adaptation entre la représentation cognitive et la représentation graphique, l'automobiliste va adopter un comportement en première approche : il pense faire le tour complet et revenir sur la route qu'il vient de quitter. Une fois dans le rond-point, il va découvrir une autre sortie du rond-point : à ce moment-là il va hésiter et comprendre son erreur.

S'il n'y a pas adaptation, l'automobiliste va prendre conscience d'une difficulté, laquelle va l'inciter à rechercher une solution. Si la solution est trouvée avant d'aborder le sens giratoire, l'automobiliste prendra la bonne sortie. Par contre, s'il n'a pas la solution, il adoptera un comportement d'exploration, avec ralentissement du véhicule et prospection du carrefour.

Dans le travail de synthèse de Pauzié et Vernet [1996], un certain nombre de recommandations est

avancé en ce qui concerne la présentation des informations dans les systèmes de guidage embarqué, notamment dans le cas d'intersections complexes comme les ronds-points. La nature de l'information (visuelle versus auditive, statique versus dynamique) doit s'adapter au contexte routier et à la configuration du rond-point.

Une première distinction concerne l'angle d'ouverture entre l'axe d'entrée dans le carrefour et l'axe de sortie. Si l'angle est inférieur à 180°, une information statique est recommandée. Au-delà de 180°, le fléchage indiquant la route à suivre doit être nécessairement dynamique et synchronisé avec la manœuvre de l'automobiliste (exemple : carrefour 19). En d'autres termes, l'information sur l'écran doit évoluer en parfaite synchronisation avec la position réelle du véhicule dans le carrefour. Dans le cas où l'information n'est pas dynamique, il est nécessaire de rajouter des repères visuels identifiant la localisation de la sortie (feu tricolore, indications sur les panneaux de signalisation...).

Tout d'abord, une vue globale, et statique, du carrefour avec tous les embranchements figurés permet aux conducteurs de construire une représentation imagée suffisamment précise du lieu à appréhender, voire d'imaginer le mouvement à accomplir.

Puis, l'information dynamique intervient au cours de la manœuvre et se présente comme un complément du message précédent. Elle est économique, puisqu'elle allège la mémoire de travail d'une tâche de rotation mentale.

Cependant, l'information dynamique est-elle suffisante dans le cas d'une densité importante de véhicules dans un sens giratoire ? L'automobiliste pris par la circulation ne peut pas suivre en parallèle l'évolution de l'information sur le système de guidage.

FIGURE 3

Les systèmes symbolique et figuratif pour le carrefour 15

SYSTÈME FIGURATIF



SYSTÈME SYMBOLIQUE



C'est pourquoi un repère physique semble primordial pour la localisation de la sortie. Dans le cas du carrefour 19, on aurait pu notamment rajouter un icône (le logo du restaurant rapide, contigu au rond-point), pour indiquer la sortie dans le sens giratoire.

L'effet des informations symboliques et figuratives sur la mémorisation du trajet

Rappelons que, lors du second trajet, les sujets ne disposaient plus du système de guidage et devaient en conséquence effectuer la tâche de mémoire.

On observe dans ce cas un plus grand nombre d'erreurs que lors du premier trajet (*tableau 3*). Toutefois, trois sujets ont réussi parfaitement l'épreuve, dont deux ayant auparavant testé le système symbolique, tandis que sept participants ne commettaient qu'une seule erreur, parmi lesquels trois ayant testé le système figuratif et quatre le système symbolique.

Les performances des sujets évaluées sur le nombre d'erreurs de direction commises lors du second trajet ne se différencient pas de façon significative selon le système de guidage qui leur avait été proposé lors du premier trajet.

Nous avons distingué deux types d'erreurs, les unes commises au

niveau des carrefours observés (supportant un changement de direction), les autres au niveau des carrefours intermédiaires. De cette manière, nous obtenons un résultat partiel qui prend seulement en compte le premier type d'erreurs et un second plus global qui incorpore les erreurs intermédiaires (*tableau 3*). Si les nombres moyens d'erreurs sont plutôt favorables au système symbolique, la variabilité est telle qu'on ne peut discriminer les performances des systèmes à partir de ce critère.

La *figure 5* présente, carrefour par carrefour, les erreurs commises lors du second parcours.

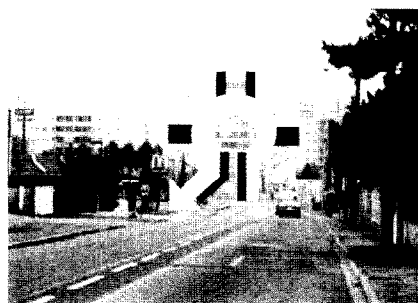
En raison de la variété des situations, l'analyse qualitative s'impose pour interpréter les comportements erronés. L'analyse tient compte à la fois des commentaires des participants et des caractéristiques des erreurs.

On peut ainsi remarquer, pour la moitié des carrefours, que le nombre moyen d'erreurs est inférieur à trois, quel que soit le système. Par ailleurs, la courbe des erreurs de chaque système, dont le profil suit la chronologie des carrefours, évolue de façon sinusoïdale avec un point maximal au niveau du carrefour 14. Ce carrefour à feux représente approximativement le milieu du trajet. La représentation graphique de la *figure 5* montre des comportements parallèles entre les utilisateurs des deux systèmes, avec un écart quantitatif variable selon les intersections.

FIGURE 4

Les systèmes symbolique et figuratif pour le carrefour 19

SYSTÈME FIGURATIF



SYSTÈME SYMBOLIQUE

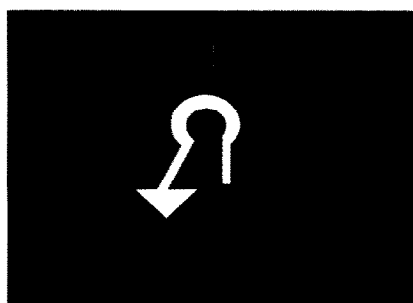


TABLEAU 3

Comparaison des systèmes, moyenne et écart type des erreurs du second trajet (carrefours observés et carrefours observés plus carrefours intermédiaires)

Sans carrefours intermédiaires						Avec carrefours intermédiaires					
Système de guidage			Total			Système de guidage			Total		
symbolique	figuratif					symbolique	figuratif				
3	2,6	4,2	3,4	3,7	3	3,5	3,1	5,3	3,9	4,4	3,6
Moyenne du nombre d'erreurs commises						Écart type					

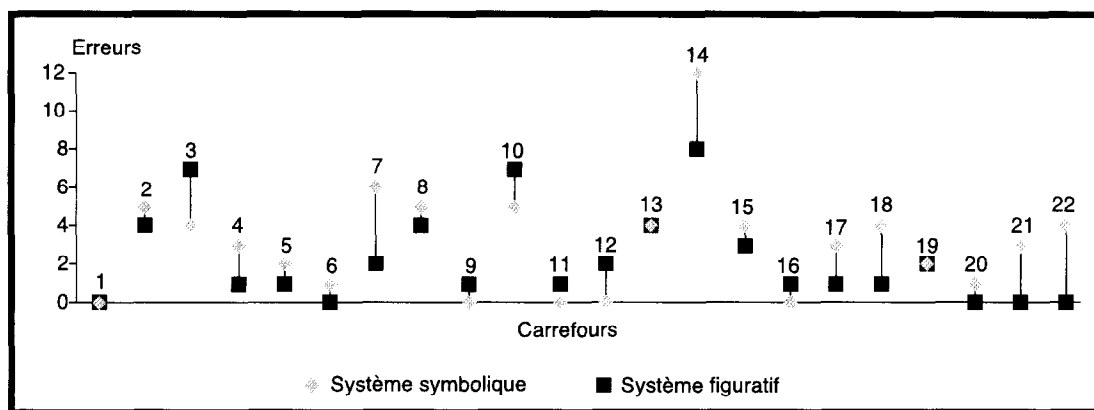


FIGURE 5

Comparaison pour les systèmes figuratif et symbolique du nombre moyen d'erreurs commises aux carrefours lors du second trajet

Les numéros correspondent aux carrefours par ordre chronologique de passage.

Les résultats obtenus à partir de l'examen des descriptions d'itinéraire

Nous avons seulement étudié les descriptions des sujets les plus performants (moins de deux erreurs durant le second trajet), car leur représentation du trajet n'est pas parasitée par les déviations, parfois importantes qui résultent des erreurs de direction. Il apparaît que les descriptions des sujets testant le système symbolique sont plus précises et plus riches en repères liés à la route que celles des sujets testant le système figuratif.

Par contre, les sujets ayant testé l'un ou l'autre des systèmes sont équivalents dans le rappel des points de repère architecturaux. En effet, les repères physiques, comme une pharmacie, un garage, une mairie, etc. sont des éléments de représentation forts, dont les sujets se souviennent plus facilement. Les sujets qui ont commis le plus d'erreurs de direction donnent dans leurs descriptions d'itinéraires un grand nombre de points de repères architecturaux, mais sont incapables de les relier entre eux. Lorsque la représentation du trajet est pauvre en connexions, elle est riche en points de repère.

Discussion sur l'usage de la photographie dans un système de guidage embarqué

L'aide au guidage

Par cette étude, nous voulions comparer une information simple sans repère (système symbolique) à une information plus riche, car fidèle à la scène réelle (système figuratif). Cette dernière est en effet composée d'éléments fondamentaux de l'orientation. Les caractéristiques analogiques de la photographie ont pour rôle de renforcer l'imprégnation du sujet par le paysage du fait d'une contextualisation du repère.

Or, deux événements ont contrarié le processus. D'une part, la réverbération causée par les rayons du soleil a amoindri les contrastes de couleurs et

généralisé de ce fait une dégradation de l'image. Quatre sujets ont été particulièrement incommodés par le soleil sur l'ensemble du parcours, l'intensité étant irrégulière ; douze autres sujets l'ont été ponctuellement. Finalement, la réflexion du soleil était moins gênante pour le système symbolique. En effet, les couleurs des informations (bleu pour le fond et jaune pour les flèches) étaient suffisamment contrastées, pour que le soleil ne gêne pas ou peu l'interprétation du message.

D'autre part, certaines prises de vue photographiques trop éloignées du cœur de l'intersection n'ont pas permis l'adaptation entre la scène réelle et la scène représentée et donc

la reconnaissance immédiate des lieux. Ce dernier problème pourrait être résolu par une prise de vue rapprochée du carrefour. Il y manquerait néanmoins le contexte spatial et urbain du carrefour et donc la possibilité de proposer des repères visuels.

Par ailleurs, la reconnaissance est également rendue difficile par la vitesse du véhicule et les contraintes de la situation de conduite, puisque l'automobiliste ne peut pas s'arrêter pour regarder l'écran, contrairement à un piéton !

D'une façon générale, lors du premier trajet, les sujets du système figuratif ont développé une activité visuelle plus soutenue que les sujets guidés par le système symbolique, notamment dans les carrefours à feux. Au-delà du caractère utilitaire des durées de regard dans l'examen approfondi de l'image, les durées s'expliquent également par l'aspect divertissant de l'image pendant la longue attente au feu rouge.

Le nombre d'erreurs ne discrimine pas les systèmes lors de l'activité de guidage, car les sujets, tous groupes confondus, ont rencontré des difficultés aux même carrefours, quoique pour des raisons différentes.

L'aide à la mémorisation de trajet

En termes de mémorisation, il semblerait que les difficultés de lecture rencontrées lors du premier trajet par les sujets testant le système de guidage figuratif ont contrarié l'effet attendu (des performances supérieures à celles de l'autre groupe), puisque leur représentation du trajet n'est pas plus efficace que celle des utilisateurs du système de guidage symbolique lors de l'épreuve de rappel de l'itinéraire. En d'autres termes, il semblerait que

la performance de certains sujets dans la réalisation de la tâche de mémorisation tient moins à l'efficacité d'un type de présentation de système qu'aux caractéristiques des sujets et à leur motivation à réaliser cette tâche, ainsi qu'à leurs capacités mnésiques.

Par conséquent, les plus performants correspondraient à des sujets qui ont des capacités d'orientation élevées (indépendantes des capacités d'imagerie d'après les résultats aux tests). Ils utilisent davantage les repères urbains et mémorisent l'enchaînement des changements de direction avec en filigrane la représentation d'un trajet en boucle. Ceci apparaît notamment dans le rappel verbal de l'itinéraire.

Les sujets du système figuratif ont commis plus fréquemment des erreurs dans les carrefours intermédiaires. Bien que ce résultat ne soit pas significatif, nous sommes amenés à penser que les sujets préoccupés par la compréhension de l'information, à cause ou non du soleil, n'ont

pas pu apprécier et observer le contexte de l'itinéraire.

Nous n'avons pas constaté de véritable lien entre les durées de regard et le nombre d'erreurs. Le fait de consulter longuement l'information présentée lors du premier passage ne constitue pas une garantie de ne pas se tromper sur le second trajet, effectué, rappelons-le, sans guidage. Certains sujets ont regardé très peu de temps, mais ne se sont pas trompés pour autant lors du second trajet.

Les effets directs sur le guidage ou indirects sur la mémorisation sont globalement différents entre les deux systèmes. Une information de direction est cependant suffisante lorsque la situation est simple. Par contre, dès que la configuration du carrefour se complexifie, une information surajoutée de type icône peut aider l'utilisateur à lire la trajectoire qu'il doit suivre : par exemple le logo d'un Mac Donald à proximité d'un carrefour. Il est important de placer l'élément graphique ajouté près d'un endroit stratégique, pour aider au changement de direction.

Conclusion

Nous pensons que la photographie améliorerait significativement l'aide au guidage des automobilistes mais nous n'avons pas pu le mettre en évidence dans cette étude.

Dans un système de guidage embarqué, lorsque la scène routière est simple, une information dont le contenu porte uniquement sur l'action est plus performante qu'une

information fondée sur le couplage repère-action.

Lorsque la configuration est ambiguë ou complexe, le repère, objet spatial et visuel, devient pertinent, voire indispensable, car il permet de situer l'action — tourner avant/après, à droite/à gauche — de l'objet sélectionné. En effet, certaines situations, que ce soit un sens gira-

toire comme le carrefour 20 de notre étude ou une intersection urbaine alambiquée, nécessitent une explication graphique plus élaborée qu'un simple fléchage. Nous rejoignons la conclusion de Gryl [1995 ; p. 348] à propos des descriptions d'itinéraires : Une description composée uniquement d'indications de changements d'orientation du type *tourner à droite* ou *tourner à gauche* s'avère insuffisante dans certaines configurations de l'environnement... Une simple indication d'orientation générerait des ambiguïtés trop importantes. Nous confirmons d'après les descriptions d'itinéraires des sujets que le repère peut devenir un *point d'ancrage* [Passini, 1984] en raison de son statut dans l'itinéraire et du contexte spatial. Ce point est ancré dans notre mémoire car il est associé à une configuration complexe. La question est donc de savoir comment représenter les repères physiques dans un système d'aide embarqué ? De nombreuses possibilités graphiques existent au niveau figuratif, de la forme analogique que nous venons de tester, en passant par celle, plus symbolique, composée de pictogrammes [Pauzié et al., 1997]. Cependant, les solutions existantes ne permettent pas encore de lever complètement les ambiguïtés.

Sans rejeter l'hypothèse d'une représentation graphique analogique, nous pouvons au contraire lui apporter quelques améliorations. À l'avenir, nous pourrions par exemple tester des photographies de ronds-points, non pas selon une perspective de type route, mais légèrement surélevée à 45°. De cette manière, l'automobiliste percevrait la configuration générale du carrefour sous sa forme réelle avec en surimpression le tracé de la trajectoire à suivre.

Mais faut-il chercher à améliorer encore l'information visuelle des systèmes de guidage et de navigation embarqués dans les voitures, alors

que les études actuelles sur ces derniers s'intéressent préférentiellement au développement des informations vocales et à leur modélisation [Denis et Briffault, 2000] ? L'argument est avant tout sécuritaire : le canal auditif est mis à contribution pour ne pas détourner de la route le canal visuel. Et ces nouvelles technologies permettent de plus de gérer — par ordre de priorité et surtout de sécurité — la diffusion des informations sonores à l'intérieur de l'habitacle (téléphone, radio, guidage...). Ceci fait l'objet des recherches du projet CEMVOCAS ⁽⁶⁾ de l'INRETS-LESCOT.

Les contraintes temporelles inhérentes à la situation de conduite supposent un système de guidage au contenu essentiellement procédural — c'est-à-dire portant sur l'action à accomplir — la figuration environnementale devant être réduite au minimum, ce qui n'est pas sans poser de problèmes lorsque la scène routière est complexe. Puisque l'aide au déplacement sous forme figurative convient mal à l'automobiliste, nous l'avons testée auprès de piétons utilisateurs des transports collectifs [Huska-Chiroussel, 2001].

L'objectif de l'expérimentation auprès des piétons était similaire à ce que nous venons de décrire pour les automobilistes, dans le sens où nous voulions principalement vérifier la pertinence et l'efficacité de la photographie dans l'aide au déplacement. Nous avons comparé les effets des différents types d'information spatiale transmise à des individus en situation réelle de déplacement piétonnier sur un trajet inconnu. Nous avons pour cela utilisé trois types d'information, dont deux intègrent une flèche indiquant le chemin à suivre lors des correspondances de transport en commun. Il s'agit de l'image (photographie + flèche), du texte (description d'itinéraire) et du plan (plan de quartier + flèche).

D'après les résultats, l'information figurative est plus pertinente pour les piétons que pour les automobilistes. Cette dernière et l'information textuelle (description d'itinéraire) sont plus performantes que le plan. La photographie est d'autant plus efficace par rapport au texte que le contexte est plus complexe, notamment lorsque le but n'est pas visible depuis l'endroit où se trouve le sujet. D'autre part, la photographie facilite la reconnaissance des lieux et permet à l'utilisateur d'être opérationnel plus rapidement.

En conclusion, la photographie est une véritable aide à l'orientation et à la localisation des éléments environnementaux pour les piétons ou pour toute personne qui souhaite préparer son trajet. Elle est, d'ailleurs, déjà utilisée par les Pages jaunes d'Internet pour aider l'internaute à se bâtir une représentation de la rue ou du magasin qu'il recherche.

(6) CEMVOCAS pour Conception d'un système de gestion des informations vocales à l'usage des conducteurs automobiles.

Chown E., Kaplan S., Kortenkamp D. – Prototypes, Location and Associative Networks (PLAN): towards a unified theory of cognitive mapping, *Cognitive Science*, 19, p. 1-51, 1995.

Couclelis H., Golledge R.G., Gale N., Tobler W – Exploring the anchor point hypothesis of spatial cognition, *Journal of Experimental Psychology*, 7, p. 99-122, 1987.

Denis M., Briffault X. – Analyse des dialogues de navigation à bord d'un véhicule automobile, *Le Travail Humain*, 63, p. 59-88, 2000.

Devlin A.S., Bernstein J. – Interactive wayfinding: use of cues by men and women, *Journal of Environmental Psychology*, 15, p. 23-38, 1995.

Gärling T., Evans G.W. – Arriving in a new city: acquiring and using spatial knowledge, in *Environment, cognition and action: an integrated approach*, Oxford University Press, Chap 11, p. 309-332, 1991.

Gryl A. – Analyse et modélisation des processus discursifs mis en œuvre dans la description d'itinéraire, Thèse de Doctorat en Sciences Cognitives de l'Université Paris XI Orsay, 371 p., 1995.

Huska-Chiroussel V – Le guidage dans les transports : intérêt d'une information figurative, Analyse expérimentale et comparative de différents types d'aide, Thèse de Doctorat nouveau régime en Psychologie cognitive de l'Université Lyon II, 393 p., 2000.

Huska-Chiroussel V. – Intermodalité et utilisation d'une information figurative dans l'aide au déplacement, In : Cambon de Lavalette B., Doré J., Tijus C., *La signalétique, conception, validation, usages*, Actes de la Journée d'études INRETS du 15 novembre 1999, 2001.

Kuipers B. – Modeling spatial knowledge, *Cognitive Science* 2, p. 129-153, 1978.

Pauzie A., Vernet M. – Human factors design guidelines for information presentation by route guidance and navigation systems, DRIVE-HARDIE v2008, Report, Supplement to Deliverable n° 19, Commission des communautés européennes, DGXIII, Bruxelles, 1996.

Pauzie A., Daimon T., Bruyas M.-P. – How to design landmarks for guidance systems? Fourth World Congress on Intelligent Transport Systems, Mobility for Everybody, 1997.

Passini R. – Spatial representations, a wayfinding perspective, *Journal of Environmental Psychology*, 4, p. 153-164, 1984.

Siegel A.W., White S.H. – The development of spatial representations of large scale environments, In : Reese H.W. (ed.), *Advances in child development and behavior*, New-York Academic Press, Vol. 10, p. 9-55, 1975.

Shepard R.N., Cooper L.A. – *Mental images and their transformations*, MIT press, Cambridge, États-Unis, 1982.

Taylor H.A., Tversky B. – Descriptions and depictions of environments, *Memory and Cognition*, 20(5), p. 483-496, 1992.

Thinus-Blanc C. – Mémoire spatiale distribuée, In : *Percevoir, Reasonner, Agir, articulations de modèles cognitifs*, Actes du cinquième Colloque de l'ARC, Nancy, p. 145-157, 1992.

Thinus-Blanc C. – The historical background to the studies of animal spatial cognition: the concept of cognitive map, *Animal Spatial Cognition, Behavioral & Neural Approaches*, p. 1-22, 1996.

Tolman E.C. – Cognitive maps in rats and men, *Psychological Review*, Vol. 55, p. 189-208, 1948.

Vignaux G. – Schémas cognitifs et cartographies mentales : le réseau des transports parisiens, *les Annales de la Recherche Urbaine*, n° 39, p. 56-67, 1998.

Résumé

Depuis quelques années, des recherches se sont intéressées à la conception des systèmes d'aide à la navigation et de guidage. Ceux qui existent jusqu'à ce jour présentent l'information sous différentes formes et fournissent des informations de différentes natures. L'information est parfois transmise sous forme de texte (soit par écrit, soit diffusé oralement via un système vocal). Si l'information est purement visuelle, elle peut comporter des éléments symboliques, ou mieux introduire des repères sous forme iconique simplifiée. Aucun système ne propose encore une représentation analogique par rapport à la scène routière. Afin d'aider l'automobiliste sur son trajet, nous avons imaginé une information de type figuratif, contenant des photographies de points de repère avec un fléchage indiquant la direction à suivre (système figuratif). La littérature en psychologie cognitive et toutes les disciplines rattachées à la cognition spatiale ont déjà démontré l'aspect structurant du point de repère au niveau représentationnel pour les personnes non familières d'un lieu. Nous avons alors mené une expérimentation pour comparer les effets d'informations spatiales de deux types, figuratif et symbolique (avec uniquement des flèches), transmises à des individus en situation réelle de conduite sur un trajet inconnu. Cette étude prospective nous apporte quelques enseignements sur les limites et les contraintes de l'utilisation de la photographie comme information de guidage en situation de conduite automobile.

Conduite automobile/Aide au guidage/Photographie/Point de repère/Cognition spatiale

Abstract

In recent years, researchers have been working on the design of navigational aids and route guidance systems. Existing systems provide information of different types and present it in a variety of ways. Information is sometimes given as text (either written or orally by speech synthesis). Exclusively visual systems may include symbols, or even better represent landmarks with simplified icons. As yet no systems provide a representation which is analogous to the road scene. In order to assist drivers on their journey we have developed pictural information which contains photographs of landmarks with arrows showing which direction to take (pictural system). From the literature on cognitive psychology and the disciplines that relate to spatial cognition, we already know the representational importance of landmarks for persons who are unfamiliar with a location. We therefore conducted experiments to compare the effects of two types of spatial information, pictural and symbolic (just with arrows), which is communicated to individuals in the real driving situation on an unfamiliar journey. This exploratory study has provided us with some insights into the limits and constraints that apply to the use of photographs as a source of route guidance information for drivers.

Driving/Route guidance/Photography/Landmark/Spatial cognition

A comparison between the visual information provided by two types of guidance system

In recent years, researchers have been working on the design of navigational aids and route guidance systems. Existing systems provide information of different types and present it in a variety of ways. Information is sometimes given as text (either written or orally by speech synthesis). Exclusively visual systems may include symbols, or even better represent landmarks with simplified icons. As yet no systems provide a representation which is analogous to the road scene. In order to assist drivers on their journey we have developed pictural information which contains photographs of landmarks with arrows showing which direction to take (pictural system). From the literature on cognitive psychology and the disciplines that relate to spatial cognition, we already know the representational importance of landmarks for persons who are unfamiliar with a location. We therefore conducted experiments to compare the effects of two types of spatial information, pictural and symbolic (just with arrows), which is communicated to individuals in the real driving situation on an unfamiliar journey. This exploratory study has provided us with some insights into the limits and constraints that apply to the use of photographs as a source of route guidance information for drivers.

This research has concentrated not on the activity of driving as such but on orientation and the information needs associated with it. However, it

is obvious that the way information is presented must depend on the type of travel. This is because car travel and pedestrian travel differ with regard to the number of constraints involved, as above all else drivers have to control their vehicles and avoid putting themselves or others at risk.

The experiment

Our experiment aimed to compare the effect of two types of spatial information. This information was provided to the subjects under real driving conditions on an unknown journey.

Its aim was to ascertain whether the use of photographs is appropriate and effective in the context of travel aid. The photographs in question show landmarks at intersections, which is where decisions are taken. The fundamental structural information consists of a landmark in its context and a directional indication. These two components (the landmark and the direction) are presented in a form which is analogous to the real scene.

We made the following hypotheses:

- the pictural system does not make more visual demands than the symbolic system;
- a photograph of a landmark in its surroundings assists absorption of the

route environment and therefore that a journey made with a pictural system will be better memorized than one with a symbolic system, on the grounds that because highlighting landmarks is helpful for route guidance purposes it will be even more beneficial for the memorization of a journey.

If these hypotheses were to be confirmed we could conclude that pictural information is more effective than symbolic information.

In the experiment, which was conducted in the driving situation, information was converted into a pictural form that is displayed on a screen with photographs of the intersections where the driver must change direction. The comparison between the pictural and symbolic systems was made by observing how the driver looked at the road scene and the route guidance display (in terms of duration and number of occasions) and the errors made during a first journey with the system and a second journey without it.

The journey required the subjects to make twenty-two direction changes at a succession of unsignalized intersections, signalized intersections and roundabouts.

The subjects consisted of a sample of thirty-two male volunteers aged between twenty-five and fifty-five who

were not familiar with the experimental location. They were divided into two groups, one of which tested the pictural route guidance system and the other the symbolic route guidance system, both on the same journey.

The *Meunier creativity test* ⁽¹⁾ was used to evaluate the subjects' imaging ability. About sixteen of them were identified as having good imaging ability, the rest being poor. The subjects were divided equally between the two experimental groups.

The instrumented vehicle was fitted with a simulated on-board vehicle route guidance system. The subjects' glance behaviours were recorded, particularly at the intersections along the route. The aim was to record the subjects' *visual behaviour* with respect to the route guidance system screen while it displayed the information:

- each subject's total glance duration (for each intersection and each subject) in seconds;
- the number of times each driver looked at the information while it was displayed;
- the average duration of a glance (for each subject and each intersection) in seconds.

Each subject was accompanied by a researcher and made two journeys. During the first journey the subjects followed the instructions from the route guidance system and during the second they attempted to perform the same journey from memory, unassisted. The subjects then filled in a questionnaire in which they were asked to describe the way they had made the journey.

Discussion

The purpose of this study was to compare simple information without landmarks (the symbolic system) with

information which is more complete as it resembles the real scene more closely (the pictural system). In fact, the second system includes fundamental elements that are used for orientation. The analogical features of the photographs reinforce the subject's absorption of the landscape because he places the landmark in its context.

In general, during the first journey, the visual activity of subjects using the pictural system was more sustained (by a factor of nearly two) than that of subjects using the symbolic system, in particular at signalized intersections (Table 1). The two systems generate significantly different glance durations for roundabouts and the actions required of the driver to negotiate them, both in terms of total glance duration and the number of glances (Figure 1). The pictural system makes greater visual demands than the symbolic system.

It should nevertheless be mentioned that most of the difference between average glance durations was due to intersections 21 and 22 (Photos 1).

However, two events interfered with the process. First, glare from the sun reduced the colour contrast which impaired the quality of the image. The sun's intensity was irregular and four subjects were particularly affected by it throughout the journey; twelve others were affected at certain times. Reflection of the sun was less disruptive in the case of the symbolic system — because there was enough contrast between the colours used for the information (blue background and yellow arrows) to prevent the sun interfering with image interpretation, at least to any major extent. Also, in the case of some photographs that were taken too far from the centre of the intersection, subjects were unable to make the connection between the real and the depicted scene and could not therefore recognise the location

immediately. It would have been possible to solve this problem by taking a photograph from a point nearer the intersection, but the spatial and urban environment of the intersection would have been lost making it impossible to include landmarks. Furthermore, recognition is also made difficult by the speed of the vehicle and the constraints imposed by the activity of driving as, unlike a pedestrian, a driver cannot stop to look at a display!

The two systems do not differ with respect to the number of errors made during guidance as all groups of subjects experienced difficulties at the same intersections, albeit for different reasons (Table 2).

Journey memorization aid

As regards memorization, it would seem that the legibility difficulties experienced by subjects using the pictural route guidance system prevented us from obtaining the expected result (better performance than the other group) as the description of the journey they gave during the journey memorization test was not better than that of the subjects using the symbolic route guidance system. In other words, it would seem that the ability of some subjects to perform the memory task would seem to be less due to the effectiveness of one type of presentation than to the characteristics of the subjects, their motivation with regard to the task and their mnemonic capabilities.

Consequently, the subjects who performed best would seem to be those with good orientation abilities

(1) The Meunier creativity test aims to investigate the subject's ability to evoke images from concrete images which have no objective meaning. This test provides an approximate evaluation of imaging ability.

(independent of the imaging abilities ascertained from the test results). These individuals make more use of the urban landmarks and remember the sequence of direction changes. This is particularly apparent when they give a verbal description of the route.

Generally, the two systems have different direct effects on route guidance and indirect effects on memorization. Directional information is sufficient, as long as the situation is simple. However, when the configuration of the intersection becomes more complex, additional information in the form of an icon can help the user understand the path he or she should take (placing a Macdonald's logo near an intersection, for example). The most important thing is doubtless to ensure that the added graphic element is placed near a strategic point in order to help the driver make the necessary direction change.

Conclusion

We thought at the outset that photographs would significantly improve route guidance for motorists, but this study was not able to demonstrate this.

Ultimately, in an on-board route guidance system, information which relates only to actions (an arrow indicating the need to turn) is more effective than information that combines a

landmark with an action, at least in the case of a simple road scene.

When the road configuration is ambiguous or complex, the landmark (a spatial and visible object) becomes useful, or even essential, as it enables the driver to localize the action: turning before/after, to the left or to the right of the object in question. Some situations, for example a roundabout like intersection 20 in our study (Photos 1) or a convoluted urban intersection, require more elaborate graphic explanation than just arrows.

Without rejecting the idea of a pictorial graphic system, we can, on the contrary suggest some ways one could be improved. In the future, it would, for example, be possible to test photographs of roundabouts which have not been taken from road level but from a slight elevation of 45°. This would mean that drivers would be able to see the general configuration of the intersection in its real form with the path they should follow superimposed on it.

The temporal constraints inherent in the driving situation mean that the content of the system must mainly be concerned with the action to be performed with a minimum amount of pictorial representation of the environment. Such representation should therefore only be added at complex intersections.

These constraints do not apply to pedestrians. We have therefore conducted an analogous study for pedestrians using public transport [Huska-Chiroussel, 2001]. The purpose of this study was similar, in that it also aimed to verify the usefulness and effectiveness of photography as a travel aid. To this end we compared the effects of various types of spatial information in a real travel situation on an unknown journey. Three types of information were used: images (photograph + arrow), texts (description of route) and maps (map of district + arrow). The arrow showed which path to follow when making a public transport connection.

Our results show that pictorial information is more useful to pedestrians than drivers. Pictorial information and text (route description) are more effective than maps. The advantage of photography over text is greater the more complex the situation, in particular photography makes it easier to recognize locations and allows users to find their way more quickly.

To conclude, photography provides genuine aid for orientation and the localization of elements in the environment for pedestrians or any person wishing to prepare a journey. It is, incidentally, already used by the Internet Yellow Pages to help users create a representation of the street or shop they are looking for.